

سلسلة

الحجاد

في الكيمياء

أ - وائل جاد

الباب الرابع

معنا تتشعر بالثقة

الباب الرابع : الكيمياء الحرارية

المحتوى الحراري

علل : أهمية الطاقة للإنسان (الكائنات الحية) ؟؟.

ج : هامة للحركة و القيام بالأنشطة الذهنية أو العضلية و كذلك نحتاج للطاقة الحرارية الناتجة من احتراق الغاز الطبيعي لطهي الطعام

تعريفات هامة

المصطلح العلمي	التعريف
الديناميكا الحرارية	العلم الذى يهتم بدراسة الطاقة و كيفية إنتقالها .
الكيمياء الحرارية	فرع من فروع الديناميكا الحرارية و يتم فيه دراسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعلات الكيميائية و التغيرات الفيزيائية
قانون بقاء الطاقة	الطاقة لا تفنى و لا تستحدث من العدم ولكنها تتحول من صورة الى أخرى
النظام (وسط التفاعل)	هو جزء من الكون الذى يحدث فيه التغير الكيميائى او الفيزيائى
الوسط المحيط	هو الجزء الذى يحيط بالنظام و يتبادل معه الطاقة فى شكل حرارة أو شغل .
الطاقة الحرارية	احد أشكال الطاقة التى تنتقل من الجسم الساخن الى الجسم البارد
درجة الحرارة	مقياس لمتوسط طاقة حركة جزيئات المادة ، كما تدل على حالة الجسم من حيث السخونة أو البرودة

* أنواع الأنظمة

النظام المعزول :

هو النظام الذى لا يسمح بانتقال اى من الطاقة أو المادة بين النظام و الوسط المحيط .

النظام المفتوح :

هو النظام الذى يسمح بتبادل كل من المادة و الطاقة بين النظام و الوسط المحيط .

النظام المغلق :

هو النظام الذى يسمح بتبادل الطاقة فقط بين النظام و الوسط المحيط على شكل حرارة او شغل .

علل يعتبر الترمومتر نظام مغلق ؟؟.

ج : لأنه يسمح بتبادل الطاقة فقط بين النظام و الوسط المحيط على شكل حرارة.

القانون الأول للديناميكا الحرارية

الطاقة الكلية لأى نظام معزول تظل ثابتة ، حتى لو تغير النظام من صورة الى أخرى

إستنتاج القانون :

الكون = النظام + الوسط المحيط
التغير فى طاقة الكون = التغير فى طاقة النظام + التغير فى طاقة الوسط المحيط
نظام ΔE + وسط محيط ΔE = كون ΔE
لذا فإن اى تغير فى طاقة النظام يكون مصحوباً بتغير فى طاقة الوسط المحيط ولكن بإشارة مخالفة حتى تظل قيمة الطاقة الكلية مقدار ثابت
نظام ΔE - = وسط محيط ΔE

ملاحظات

- كلما اكتسب النظام طاقة حرارية زاد متوسط سرعة حركة جزيئاته مما يؤدي الى ارتفاع درجة حرارة النظام و العكس .
- العلاقة بين طاقة النظام و حركة جزيئاته علاقة طردية .

وحدات قياس كمية الحرارة

١- السعر cal.

كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة واحد جرام من الماء النقى درجة واحدة مئوية

٢- الجول Joule

كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة واحد جرام من الماء بمقدار $\frac{1}{4.18}$ مئوية

العلاقة بين الجول و السعر

الجول	السعر
٤,١٨	

السعر = ٤,١٨ جول أى ان السعر أكبر من الجول .

** الحرارة النوعية c

كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة واحد جرام من المادة درجة واحدة مئوية

ملحوظة هامة

- ١- وحدة قياس الحرارة النوعية هي جول / جم . س أو $J / g \cdot C^0$
- ٢- الحرارة النوعية قيمة ثابتة للمادة الواحدة و تختلف باختلاف نوع المادة وحالتها الفيزيائية .

المادة	الألومنيوم	النحاس	الماء (سائل)	الماء (غاز)
الحرارة النوعية	٠,٩٠٠	٠,٣٨٥	٤,٢٨٤	٢,٠١

علل : يستخدم الماء فى إطفاء الحرائق ؟؟

ج: لإرتفاع حرارته النوعية فيمتص كمية كبيرة من حرارة الحريق فيسهل اطفاء الحرائق .

** المسعرات **

من أهم الوسائل المستخدمة فى تجارب الكيمياء الحرارية .

أنواع المسعرات

١- المسعر الحرارى :

وسيلة تمكننا من قياس التغير الحرارى فى درجة حرارة نظام معزول (علل) لأنه يمنع فقد أو إكتساب أى قدر من الطاقة أو المادة مع الوسط المحيط .

أهمية المسعر الحرارى :

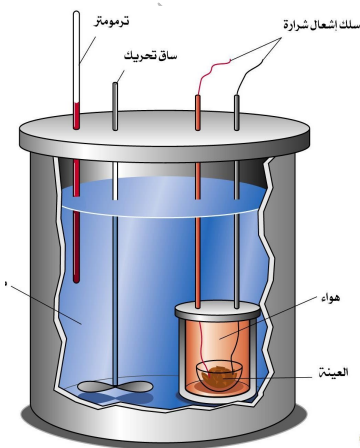
- ١- يمكننا من قياس التغير الحرارى فى درجة حرارة نظام معزول .
- ٢- يمكننا من استخدام كمية معينة من المادة التى يتم معها التبادل الحرارى مثل الماء .

علل : يستخدم الماء فى عملية التبادل الحرارى داخل المسعر الحرارى ؟؟

ج : لإرتفاع حرارته النوعية مما يسمح له بإكتساب أو فقد كمية كبيرة من الطاقة ببطئ

تركيب المسعر الحرارى :

- ١- إناء معزول .
- ٢- ترمومتر .
- ٣- أداة تقليب .
- ٤- سائل (غالباً الماء) يوضع داخل المسعر .



٢- مسعر الإحتراق :

يستخدم فى قياس حرارة احتراق بعض المواد .

تركيب مسعر الإحتراق :

- ١- إناء معزول . ٢- ترمومتر . ٣- ساق تحريك . ٤- سائل (غالباً الماء) يوضع داخل المسعر .
- ٥- وعاء الإحتراق " وعاء معزول من الصلب توضع فيه المادة المراد تعيين حرارة احتراقها " .
- ٦- سلك إشعال شرارة كهربية .

حساب كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة

$$q_p = m \cdot c \cdot \Delta T (T_2 - T_1)$$

كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة = الكتلة × الحرارة النوعية × فرق درجات الحرارة

مسائل

١- بإستخدام المسعر الحرارى تم حرق ٠,٢٨ جم من وقود البروبان فارتفعت درجة الحرارة الماء بمقدار ٢١,٥ س ، فإذا علمت أن كتلة الماء فى المسعر ١٠٠ جم ، احسب كمية الحرارة الناتجة عن احتراق هذه الكمية من الوقود

الحل

$$\Delta T = 21.5 , \quad m = 100 , \quad c = 4.18$$

$$q_p = m \cdot c \cdot \Delta T (T_2 - T_1)$$

$$= 100 \times 4.18 \times 21.5 = 9030 \text{ J}$$

٢- عند إذابة مول من نترات الأمونيوم فى كمية من الماء ، و اكمل حجم المحلول الى ١٠٠ مل من الماء ، فإنخفضت درجة الحرارة من ٢٥ س الى ١٧ س . احسب كمية الحرارة الممتصة .

الحل

$$\Delta T = (17 - 25) = -8 , \quad m = 100 , \quad c = 4.18$$

$$q_p = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$= 100 \times 4.18 \times -8 = -3344 \text{ J} = -3.344 \text{ K.J}$$

٣- عند إذابة مول من هيدروكسيد الصوديوم فى ١٠٠٠ سم من الماء ، ارتفعت درجة حرارة المحلول بمقدار ١٢ س احسب كمية الحرارة المنطلقة .

الحل

$$\Delta T = 12 , \quad m = 1000 , \quad c = 4.18$$

$$q_p = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$= 1000 \times 4.18 \times 12 = 50160 \text{ J} = 50.16 \text{ K.J}$$

٤- احسب الحرارة النوعية لمادة مجهولة كتلتها 155g ، ترتفع درجة حرارتها من 25c الى 40c عندما تمتص كمية من الحرارة مقدارها 5700J

الحل

$$T = 15 , \quad m = 155g , \quad c = ??? , \quad q_p = 5700 \text{ J}$$

$$c = 5700 \div (155 \times 15) = 2.45 \text{ J/g} \cdot \text{C}$$

المحتوى الحرارى المولارى (H)

** المحتوى الحرارى المولارى **

هو مجموع الطاقات المختزنة فى مول واحد من المادة .

أنواع الطاقات المختزنة فى مول واحد من المادة

طاقات كيميائية فى الذرة	الطاقة الكيميائية فى الجزيء	قوى التجاذب بين الجزيئات
هى محصلة لطاقة الوضع و طاقة الحركة للإلكترون فى مستويات الطاقة بالذرة	طاقة تنشأ من الروابط الكيميائية التى تربط ذرات الجزيء سواء كانت روابط تساهمية أو أيونية	أ- قوى جذب فاندرفال هى قوى الجذب بين الجزيئات وهى طاقة وضع ب- الروابط الهيدروجينية هى قوى جذب بين الجزيئات و تعتمد على طبيعة الجزيئات و مدى قطبيتها

علل : يختلف المحتوى الحرارى من مادة لأخرى

ج : لاختلاف الجزيئات فى نوع الذرات و عددها و نوع الروابط الكيميائية فيها

التغير فى المحتوى الحرارى (الإنثالبي) ΔH

هو الفرق بين مجموع المحتوى الحرارى للمواد الناتجة و مجموع المحتوى الحرارى للمواد المتفاعلة

 ΔH

$$\Delta H = H_{\text{نواتج}} - H_{\text{متفاعلات}}$$

ملاحظة :

اتفق العلماء على ان يتم مقارنة قيم ΔH للتفاعلات المختلفة تحت ظروف قياسية واحدة و هى :

١- ضغط يعادل الضغط الجوى (١ ضغط جوى) .

٢- درجة حرارة ٢٥ س .

٣- تركيز المحلول (١ مولر) .

اعتبر العلماء ان المحتوى الحرارى للعنصر يساوى صفر .

$$\Delta H = Q/n$$

حيث أن (n) هو عدد مولات المادة و (Q) هى كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة

المعادلة الكيميائية الحرارية

هى معادلة كيميائية تتضمن التغير الحرارى المصاحب للتفاعل و يمثل فى المعادلة كأحد النواتج أو أحد المتفاعلات

شروط المعادلة الكيميائية الحرارية

١- يجب ان تكون المعادلة موزونة .

٢- المعادلات فى المعادلة الكيميائية الموزونة تمثل عدد المولات و ليس عدد الجزيئات لذلك يمكن كتابة المعادلات فى صورة كسور عند الحاجة اليها .

٣- يجب كتابة الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة و المواد الناتجة لان المحتوى الحرارى يختلف باختلاف الحالة الفيزيائية للمادة .

٤- لا بد من كتابة التغير فى المحتوى الحرارى للتفاعل الكيميائى او التغير الفيزيائى فى نهاية المعادلة مصحوباً بإشارة موجبة أو سالبة .

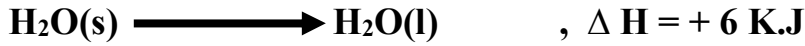
إوعى تنسى

لو كانت قيمة ΔH موجبة	كان التفاعل ماص للحرارة
لو كانت قيمة ΔH سالبة	كان التفاعل طارد لحرارة

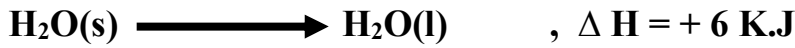
مثال :



عند ضرب أو قسمة طرفي المعادلة بمعامل عددي لابد أن تجرى نفس العملية على قيمة التغير في المحتوى الحرارى
مثال :



٤- يمكن عكس اتجاه سير المعادلة الحرارية ، و فى هذه الحالة تتغير معها إشارة ΔH .



أنواع التفاعلات الكيميائية حسب التغيرات الحرارية

التفاعلات الماصة للحرارة	التفاعلات الطاردة للحرارة
هى التفاعلات التى يتم فيها إمتصاص حرارة من الوسط المحيط مما يؤدي الى انخفاض درجة حرارة الوسط	هى التفاعلات التى ينطلق منها حرارة كأحد نواتج التفاعل الى الوسط المحيط فترتفع درجة حرارة الوسط
تنتقل الحرارة فيه من الوسط المحيط الى النظام فتتخفض درجة حرارة الوسط المحيط و ترتفع درجة حرارة النظام .	تنتقل الحرارة فيه من النظام الى الوسط المحيط فترتفع درجة حرارة الوسط المحيط و تقل درجة حرارة
ΔH نواتج $H <$ متفاعلات بإشارة موجبة	ΔH نواتج $H >$ متفاعلات بإشارة سالبة
$\text{MgCO}_3(\text{S}) + 117.3 \text{ K.J} \longrightarrow \text{MgO}(\text{S}) + \text{CO}_2(\text{g})$ <p>لاحظ : يمكن كتابة المعادلة السابقة كالتى :</p> $\text{MgCO}_3(\text{S}) \longrightarrow \text{MgO}(\text{S}) + \text{CO}_2(\text{g}), \Delta H = 117.3 \text{ K.J}$	$\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 285.8 \text{ k.J/mol}$ <p>لاحظ : يمكن كتابة المعادلة السابقة كالتى :</p> $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}), \Delta H = - 285.8 \text{ k.J/mol}$
<p>مخطط الطاقة لتفاعل ماص للحرارة</p>	<p>مخطط الطاقة لتفاعل طارد للحرارة</p>

📖 تفاعل الهيدروجين مع الأكسجين لتكوين بخار الماء تفاعل طارد للحرارة ؟؟

ج : لأنه من التفاعلات التى ينطلق منها حرارة كأحد نواتج التفاعل الى الوسط المحيط فترتفع درجة حرارة الوسط

📖 انحلال كربونات الماغنسيوم بالحرارة تفاعل ماص للحرارة ؟؟

ج : لأنه من التفاعلات التى يتم فيها إمتصاص حرارة من الوسط المحيط مما يؤدى الى انخفاض درجة حرارة الوسط .

📖 التغير فى المحتوى الحرارى (ΔH) للتفاعل الطارد يكون سالب ؟؟

ج : لأن المحتوى الحرارى للنواتج أقل من المتفاعلات .

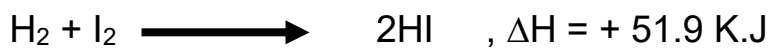
📖 التغير فى المحتوى الحرارى (ΔH) للتفاعل الماص يكون موجب ؟؟

ج : لأن المحتوى الحرارى للنواتج أكبر من المتفاعلات .

س : حدد نوع التفاعلات الآتية مع ذكر السبب :



ج : التفاعل طارد للحرارة نتيجة انطلاق طاقة للوسط المحيط كأحد النواتج



ج : التفاعل ماص لأن ΔH موجبة نتيجة امتصاص طاقة من الوسط المحيط .



ج : التفاعل طارد للحرارة نتيجة انطلاق طاقة للوسط المحيط كأحد النواتج

**** طاقة الرابطة ****

هى الطاقة اللازمة لكسر الروابط أو الطاقة الناتجة عند تكوين الروابط فى مول واحد من المادة .

ملاحظات خطيرة جداً

- ١- تكسير الروابط تفاعل ماص للحرارة (علل) نتيجة امتصاص طاقة من الوسط المحيط
- ٢- تكوين الروابط تفاعل طارد للحرارة (علل) نتيجة انطلاق طاقة الى الوسط .
- ٣- تختلف طاقة الرابطة الواحدة باختلاف نوع المركب و حالته الفيزيائية لذلك اتفق العلماء على استخدام متوسط طاقة الرابطة بدلاً من طاقة الرابطة .
- ٤- إذا كانت الطاقة المنطلقة عند تكوين روابط النواتج أكبر من الطاقة الممتصة لتكسير روابط المتفاعلات كان التفاعل طارد للحرارة و تكون ΔH سالبة .
- ٥- إذا كانت الطاقة الممتصة لتكسير روابط المتفاعلات أكبر من الطاقة المنطلقة عند تكوين روابط النواتج كان التفاعل ماص للحرارة و كانت ΔH موجبة

العنصر	التكافؤ (عدد الروابط)
الكربون C	٤
الهيدروجين H	١
الأكسجين O	٢
الكلور	١
النيتروجين	٣

جدول يوضح متوسط الطاقة لبعض الروابط (للإيضاح فقط)

الرابطة	متوسط طاقة الرابطة
C = O	745 K.J
Si - H	318 K.J
H - H	432 K.J
O - H	467 K.J
O = O	498 K.J

الرابطة	متوسط طاقة الرابطة
C - C	346 K.J
C = C	610 K.J
C ≡ C	835 K.J
C - H	413 K.J
C - O	358 K.J

حساب التغير في المحتوى الحرارى بدلالة طول الرابطة

- ١- نزن المعادلة الكيميائية . ٢- نحول المعادلة الى روابط . ٣- نعوض بقيمة الروابط .
- ٤- نحسب التغير في المحتوى الحرارى من العلاقة :

$$\Delta H = \text{المجموع الجبرى لطاقة تكوين روابط النواتج} + \text{طاقة تكسير روابط المتفاعلات.}$$

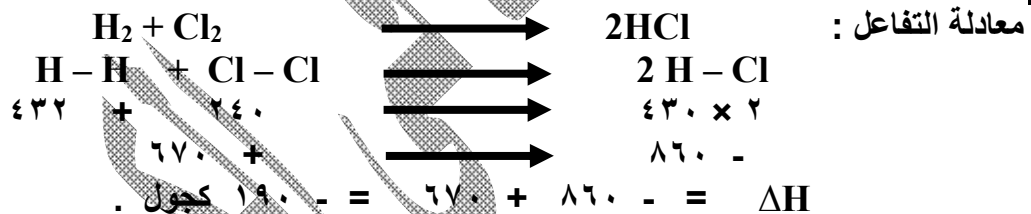
(بإشارة سالبة) (بإشارة موجبة)

$$\Delta H = \text{طاقة تكسير روابط المتفاعلات} - \text{المجموع الجبرى لطاقة تكوين روابط النواتج}$$

مسائل على طاقة الرابطة

- ١- احسب التغير في المحتوى الحرارى عند اتحاد جزئ من الهيدروجين مع جزئ كلور لتكوين ٢ مول من كلوريد الهيدروجين علماً بأن طاقة الرابطة في جزئ H - H = ٤٣٢ ك. جول ، جزئ Cl - Cl = ٢٤٠ ك. جول ، جزئ H - Cl = ٤٣٠ ك.جول

الحل



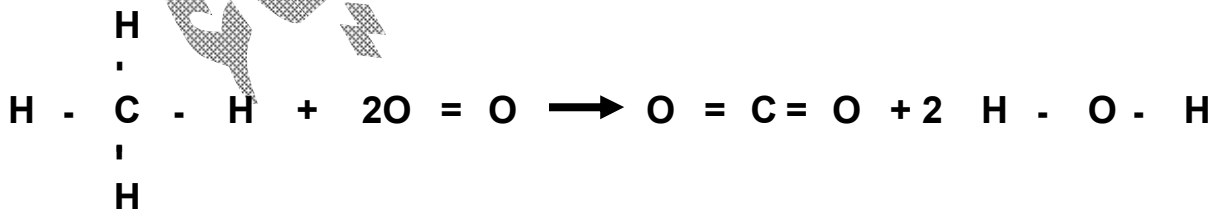
- ٢- احسب حرارة التفاعل الأتى و حدد ما اذا كان طارد أم ماص للحرارة :



علماً بأن طاقة الروابط هي :

$$(C = O) = 745 \text{ K.J} , (O - H) = 467 \text{ K.J} , (C - H) = 413 \text{ K.J} , (O = O) = 498 \text{ K.J}$$

الحل



$$\begin{array}{rcl}
 413 \times 4 & + & 498 \times 2 \longrightarrow 745 \times 2 + 467 \times 2 \times 2 \\
 1652 + 996 & \longrightarrow & 1490 + 1868 \\
 2648 + & \longrightarrow & 3358 -
 \end{array}$$

$$\Delta H = 2648 + 3358 - = 710 \text{ ك. جول} .$$

صور التغير فى المحتوى الحرارى

علل : أهمية التغير فى المحتوى الحرارى المصاحب لإحتراق الوقود

- يساعد فى تصميم المحركات فى معرفة نوع الوقود الملائم لها .
- يساعد رجال الإطفاء على فى التعرف أنسب الطرق المصاحبة لإحتراق المواد المختلفة .

صور التغير فى المحتوى الحرارى :

صور فيزيائية	صور كيميائية
١- حرارة الذوبان القياسية .	١- حرارة التكوين .
٢- حرارة الذوبان المولارية .	٢- حرارة الإحتراق .
٣- حرارة التخفيف .	

أولاً : حرارة الذوبان القياسية

حرارة الذوبان القياسية ΔH_s

هى كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند ذوبان مول واحد من المذاب فى كمية معينة من المذيب للحصول على محلول مشبع تحت الظروف القياسية .

أنواع الذوبان :

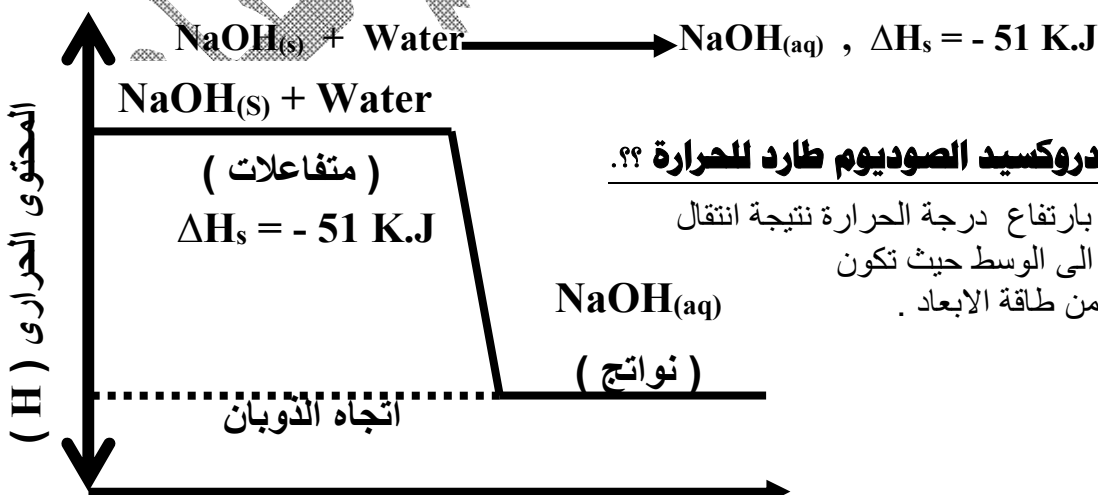
أولاً : ذوبان طارد للحرارة :

ذوبان طارد للحرارة

ذوبان ترتفع فيه درجة حرارة المحلول

مثال : ذوبان هيدروكسيد الصوديوم فى الماء .

عند إذابة هيدروكسيد الصوديوم فى الماء ترتفع درجة حرارة المحلول ، و يسمى الذوبان فى هذه الحالة بذوبان طارد للحرارة يعبر عنه بالمعادلة الآتية :



علل : ذوبان هيدروكسيد الصوديوم طارد للحرارة .؟؟

ج : لأنه مصحوب بارتفاع درجة الحرارة نتيجة انتقال الحرارة من النظام الى الوسط حيث تكون طاقة الاماهة اكبر من طاقة الابعاد .

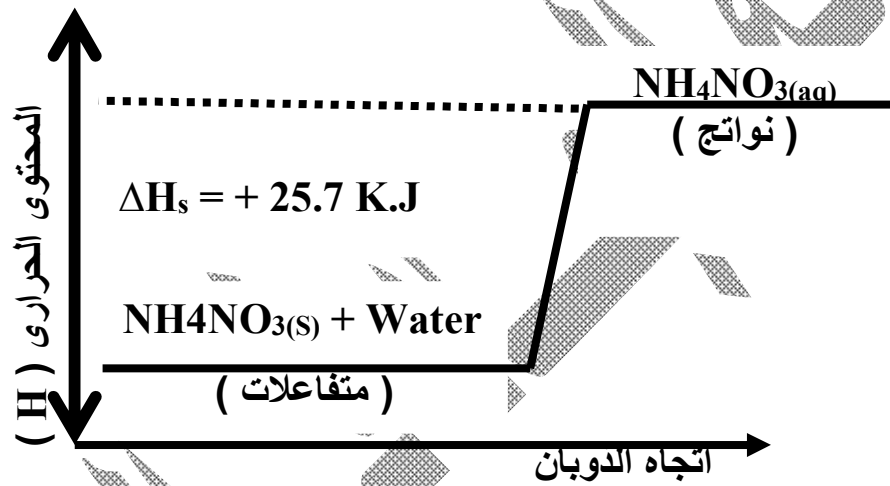
ثانياً : ذوبان ماص للحرارة :

ذوبان ماص للحرارة

ذوبان تنخفض فيه درجة حرارة المحلول

مثال : ذوبان نترات الأمونيوم فى الماء .

عند إذابة نترات الأمونيوم فى الماء تنخفض درجة حرارة المحلول ، و يسمى الذوبان فى هذه الحالة بذوبان ماص للحرارة يعبر عنه بالمعادلة الآتية :



علل : ذوبان نترات الأمونيوم ماص للحرارة ؟؟

ج : لأنه مصحوب بإنخفاض درجة الحرارة نتيجة انتقال الحرارة من الوسط الى النظام حيث تكون طاقة الابعاد اكبر من طاقة الماهة .

تفسير عملية الذوبان

تتم على ثلاث خطوات

١- ابعاد جزيئات المذيب :

و هى تفاعل ماص يحتاج الى طاقة لتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات المذيب و يرمز لها بالرمز $\Delta H1$.

٢- ابعاد جزيئات المذاب :

و هى تفاعل ماص يحتاج الى طاقة لتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات المذاب و يرمز لها بالرمز $\Delta H2$.

٣- عملية الإذابة :

و تفاعل طارد للحرارة نتيجة إرتباط جسيمات المذيب بجزيئات المذاب و يرمز لها $\Delta H3$.

ملاحظة .

- ١- إذا كان المذيب هو الماء تسمى عملية الإذابة بالإماهة .
- ٢- يكون الذوبان طارد للحرارة عندما تكون طاقة الإماهة أكبر من الطاقة اللازمة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات المذيب و المذاب .
- ٣- يكون الذوبان ماص للحرارة عندما تكون طاقة الإماهة أقل من الطاقة اللازمة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات المذيب و المذاب .
- ٤- يتم حساب حرارة الذوبان من العلاقة $q = m \cdot c \cdot \Delta T$

المحلول المولارى

هو محلول يحتوى اللتر منه على مول واحد من المذاب

حرارة الذوبان المولارية

هى مقدار التغير الحرارى الناتج عن ذوبان مول واحد من المذاب لتكوين لتر من المحلول .

مسائل حرارة الذوبان :

الفكرة الأولى :

تحتسب حرارة الذوبان من العلاقة : $q = m \cdot c \cdot \Delta T$

عند إذابة مول من حمض الكبريتيك فى كمية من الماء واكمل حجم المحلول بالماء الى 100 mL ارتفعت درجة الحرارة بمقدار 17 C احسب كمية الحرارة المنطلقة .

الحل

$$T = 17, \quad m = 100, \quad c = 4.18 \Delta$$

$$q = 100 \times 4.18 \times 17 = 71060 \text{ J}$$

- ١- عند إذابة ٨٠ جم من NaOH فى كمية من الماء لتكوين لتر من المحلول . ارتفعت درجة الحرارة من 20C الى 40 C ، احسب .
- أ- كمية الحرارة المصاحبة لعملية الذوبان
- ب- حرارة الذوبان المولارية .

الحل :

المطلوب الأول :

$$T = 20, \quad m = 1000, \quad c = 4.18 \Delta$$

$$q = 1000 \times 4.18 \times 20 = 16720 \text{ J} = 16.72 \text{ kJ}$$

المطلوب الثانى :

نحسب كتلة مول مركب NaOH = (١ × ١) + (٢٣ × ١) + (١٦ × ١) = ٤٠ جم .

حرارة الزوبان ٤٠ جم

١٦,٧٢٠ - ٨٠ جم

حرارة الذوبان المولارية = (٤٠ × ١٦,٧٢٠ -) ÷ ٨٠ = ٨,٣٦٠ كيلوجول .

الفكرة الثانية :

يعطى حرارة ذوبان كتلة معينة و يطلب حرارة الذوبان القياسية :

خطوات الحل

نحسب الكتلة الجزيئية للمذاب .

رقم جرام رقم كجول / مول
الكتلة الجزيئية حرارة الذوبان

مثال : احسب الحرارة المولارية لكلوريد الكالسيوم في الماء ، علماً بأن حرارة ذوبان 1.1g منه تساوى - 0.08 KJ/mol
(Ca = 40 , Cl = 35.5)

الحل

الكتلة الجزيئية للمركب $\text{CaCl}_2 = 40 + 35.5 \times 2 = 111$ جم .

جم 1.1 جم 111

حرارة الذوبان المولارية حرارة الذوبان المولارية

حرارة الذوبان المولارية = $(111 \times -0.08) \div 1.1 = -8.07$ كيلوجول / مول .

حرارة التخفيف القياسية $\Delta H^0 \text{ dil}$

حرارة التخفيف القياسية

هى كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة لكل مول من المذاب عند تخفيف المحلول من تركيز أعلى الى تركيز أقل بشرط أن يكون فى الظروف القياسية .

حرارة التخفيف = ΔH للمحلول المخفف - ΔH للمحلول المركز

حرارة الإحتراق القياسية $\Delta H^0 c$

حرارة الإحتراق القياسية

هى كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة إحتراقاً تاماً فى وفرة من الأكسجين فى الظروف القياسية .

من أمثلة تفاعلات الإحتراق :

١- احتراق غاز البوتاجاز (خليط من البروبان C_3H_8 و البيوتان C_4H_{10} لإنتاج الطاقة المستخدمة فى طهى الطعام و غيرها من الإستخدامات .



حرارة احتراق غاز البوتاجاز تساوى ٢٣٢٣,٧ ك . جول .

٢- إحتراق الجلوكوز فى أجسام الكائنات الحية لإنتاج الطاقة للقيام بالأنشطة الحيوية



من المعادلة نجد ان حرارة إحتراق الجلوكوز تساوى ٢٨٠٨ كجول .

مسائل حرارة الاحتراق

الفكرة الأولى :

يعطى حرارة احتراق كتلة معينة و يطلب حرارة الاحتراق القياسية :
خطوات الحل :

نحسب الكتلة الجزيئية للمركب المحترق .

رقم جرام رقم كجول / مول
الكتلة الجزيئية حرارة الإحتراق القياسية

١- احسب حرارة الاحتراق القياسية للميثان (CH₄) علما بأن حرارة احتراق 8 g منه فى كمية من الأكسجين = 445 K.J -
(C = 12 , H = 1)

الحل :

الكتلة الجزيئية للميثان CH₄ = 12 + 1 × 4 = 16 جم .
8 جرام 445 - كجول / مول
16 جرام حرارة الإحتراق القياسية
حرارة الإحتراق = (445 - × 16) ÷ 8 = 910 - كجول / مول .

الفكرة الثانية :

يعطى معادلة احتراق مركب أو عنصر معين ومنها نحدد حرارة الإحتراق لمول واحد .

٢- يحترق غاز الهيدروجين عند استخدامه كوقود للمركبات الفضائية حسب التفاعل :



احسب :

حرارة الإحتراق القياسية للهيدروجين .
كمية الحرارة الناتجة من احتراق 1g من غاز الهيدروجين احتراقا تاما .

الحل :

عدد مولات الهيدروجين المحترقة = 2 مول
حرارة الإحتراق القياسية لمول واحد = (- 484 ÷ 2) = - 242 كجول .

حرارة التكوين القياسية ΔH^0_F

حرارة التكوين القياسية

هي كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول من المركب من عناصره الأولية بشرط أن تكون هذه العناصر في حالتها القياسية .

$$\Delta H = \text{مجموع حرارة تكوين النواتج} - \text{مجموع حرارة تكوين المتفاعلات}$$

العلاقة بين حرارة التكوين وثبات المركب

- ١- حرارة تكوين المركب تساوى المحتوى الحرارى له .
- ٢- المركبات التي تمتلك حرارة تكوين سالبة تكون أكثر استقرار و ثباتاً عند درجة حرارة الغرفة و لا تميل الى الانحلال التلقائى الى عناصرها الأولية .
- ٣- المركبات التي تمتلك حرارة تكوين موجبة تكون أقل استقرار و ثباتاً عند درجة حرارة الغرفة و تميل الى الانحلال التلقائى الى عناصرها الأولية .
- ٤- معظم التفاعلات تسير في اتجاه تكوين المركبات الأكثر ثباتاً
- ٥- حرارة تكوين أى عنصر تساوى صفراً في الظروف القياسية (درجة ٢٥ س و ١ ضغط جوى)
- ٦- $H\Delta = \text{حرارة تكوين النواتج} - \text{حرارة تكوين المتفاعلات}$

مثال

إذا كانت حرارة تكوين الميثان - ٧٤,٦ ك. جول و حرارة تكوين ثانى أكسيد الكربون - ٣٩٣,٥ ك. جول و بخار الماء - ٢٤١,٨ ك. جول ، إ حسب التغير في المحتوى الحرارى للتفاعل الآتى :



الحل

$$\begin{aligned} \Delta H &= \text{حرارة تكوين النواتج} - \text{حرارة تكوين المتفاعلات} \\ (\text{CH}_4 + 2O_2) - (\text{CO}_2 + 2H_2O) &= \Delta H \\ [(- ٧٤,٦ \times ١) + (٠ \times ٢)] - [(- ٣٩٣,٥ \times ١) + (- ٢٤١,٨ \times ٢)] &= \\ = ٨٠٢,٥ \text{ ك. جول} \end{aligned}$$

قانون هس (المجموع الجبرى الثابت للحرارة)

قانون هس (المجموع الجبرى الثابت للحرارة)

حرارة التفاعل مقدار ثابت سواء تم التفاعل على خطوة واحدة أو عدة خطوات .

أهمية قانون هس

- ١- حساب التغير فى المحتوى الحرارى لبعض التفاعلات التى لا يمكن قياسها بطريقة مباشرة بإستخدام تفاعلات أخرى .
- ٢- معاملة المعادلات الكيميائية معاملة جبرية .

الصيغة الرياضية لقانون (هس)

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$$

س : علل : يلجأ العلماء الى استخدام طرق غير مباشرة لحساب حرارة التفاعل ؟؟
ج : يرجع ذلك لأسباب كثيرة منها :

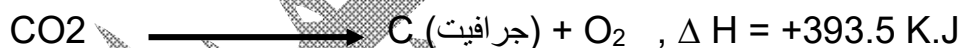
- ١- اختلاط المواد المتفاعلة بالمواد الناتجة .
- ٢- بعض التفاعلات تحدث ببطء شديد و تحتاج لوقت طويل مثل صدأ الحديد (عدة أشهر) .
- ٣- وجود مخاطر لقياس حرارة التفاعل بطريقة تجريبية .
- ٤- صعوبة قياس حرارة التفاعل فى الظروف القياسية من الضغط و درجة الحرارة .

مثال :- من المعادلتين الآتيتين احسب التغير فى المحتوى الحرارى الناتج

من تحول الماس الى جرافيت :



بعكس المعادلة الأولى و تغير اشارة ΔH لتصبح



بجمع المعادلة السابقة مع المعادلة الثانية كالتى

